

· 基础研究 ·

新型腰椎椎弓根钉固定的有限元分析[△]

赵晓栋¹, 厉锋^{2*}, 刘大勇², 马崇一¹

(1. 潍坊医学院, 山东潍坊 261053; 2. 潍坊市人民医院, 山东潍坊 261041)

摘要: [目的] 采用有限元法比较新型椎弓根钉 (novel pedicle screw, NPS)、传统椎弓根螺钉 (traditional pedicle screw, TPS)、传统椎弓根螺钉+横连接 (TPS-transvers link, TPS-T)、传统椎弓根螺钉+骨水泥 (TPS-bone cement, TPS-C) 的生物力学特点。[方法] 获取志愿者的腰椎 CT 扫描数据, 运用 Mimics、UG、Abaqus 软件建立 L_{4/5} 椎体模型, 在此基础上分别建立 NPS、TPS、TPS-T 和 TPS-C 固定模型, 并分别在前屈、后伸、左右侧屈、左右旋转 6 个活动自由度, 比较各组模型的节段活动度 (range of motion, ROM)、螺钉和钉道骨质的 von Mises 应力。[结果] 在屈伸、左右侧屈运动时, NPS 组模型的 ROM、螺钉 von Mises 应力、钉道骨质 von Mises 应力与其余三组的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。在左右旋转时, NPS 组的 ROM、螺钉 von Mises 应力和钉道骨质 von Mises 应力均显著小于其余三组 ($P<0.05$)。TPS 组的 ROM、螺钉 von Mises 应力和钉道骨质 von Mises 应力均显著大于其余三组 ($P<0.05$)。TPS-T 组和 TPS-C 组的 ROM 和螺钉 von Mises 应力差异无统计学意义 ($P>0.05$), 但 TPS-T 组钉道骨质 von Mises 应力显著小于 TPS-C 组 ($P<0.05$)。[结论] 在旋转运动时, NPS 组模型 ROM、螺钉 von Mises 应力和钉道骨质 von Mises 应力较其余三组小, 可降低螺钉的松动率。

关键词: 骨质疏松, 腰椎, 内固定系统, 有限元分析

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 04-0348-06

Finite element analysis on a novel pedicle screw fixation for lumbar spine // ZHAO Xiao-dong¹, LI Feng², LIU Da-yong², MA Chong-yi¹. 1. Weifang Medical College, Weifang 261053, China; 2. People's Hospital of Weifang City, Weifang 261041, China

Abstract: [Objective] To compare biomechanical characteristics of a novel pedicle screw (NPS) with the traditional pedicle screw (TPS), TPS combined with transvers link (TPS-T) and TPS enhanced by bone cement (TPS-C) by finite element method. **[Methods]** The lumbar CT scan data of volunteers were obtained, and the L_{4/5} vertebral body model was established by Mimics, UG and Abaqus software. On this basis, the NPS, TPS, TDS-T and TDS-C fixation models were established respectively. In 6 degrees of freedom, including flexion, extension, left and right lateral bending, left and right rotation, the segmental range of motion (ROM), von Mises stress on the screw and bone around screw tract were compared among 4 groups. **[Results]** In terms of flexion, extension, left lateral bending and right bending, there were no significant differences in ROM, screw von Mises stress and bone von Mises stress between NPS group and the other three groups ($P>0.05$). In terms of left and right rotations, the NPS group had ROM, screw von Mises stress and bone von Mises stress significantly lower than the other three groups ($P<0.05$), whereas the TPS group had ROM, screw von Mises stress and bone von Mises stress significantly higher than the other three groups ($P<0.05$). There was no significant difference in ROM and screw von Mises stress between TPS-T group and TPS-C group ($P>0.05$), but the TPS-T group had bone von Mises stress significantly lower than that in TPS-C group ($P<0.05$). **[Conclusion]** The NPS has considerably lower ROM, screw von Mises stress and bone von Mises stress than the 3 types of TPS, which might be facilitated to reduce the screw loosening.

Key words: osteoporosis, lumbar spine, pedicle screw fixation, finite element analysis

随着我国人口老龄化的不断进展^[1], 腰椎退行性疾病患者不断增多, 手术也成为更多患者的选择。目前传统椎弓根螺钉 (traditional pedicle screw, TPS) 内固定系统常用于腰椎手术中^[2], 但随着老年骨质疏松

患者不断增加, 该系统存在较高的内固定松动、脱出等风险, 严重影响手术效果^[3], 其原因与骨质量降低、应力分布不均和螺钉-骨界面不良有关^[4, 5]。因此, 如何降低内固定系统的失败率成为当今脊柱外科

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.04.13

[△]基金项目: 潍坊市科技发展计划项目 (编号: 2018YX001); 山东省自然科学基金面上项目 (编号: ZR2020MH093)

作者简介: 赵晓栋, 潍坊医学院在读研究生, 研究方向: 外科学, (电话) 18365622806, (电子信箱) 1064625994@qq.com

* 通信作者: 厉锋, (电话) 15069680000, (电子信箱) zzdspine@163.com

领域的研究热点。应用骨水泥强化椎弓根螺钉、增加螺钉的直径、增加置钉的深度等都可以提高内固定系统的稳定性^[6,7]，但使用骨水泥存在骨水泥渗漏、骨水泥毒性反应等风险^[8]；增加螺钉的直径和置钉深度则会增加损伤神经的风险^[9]。为降低腰椎内固定松动的发生率，笔者团队设计了新型腰椎椎弓根钉（novel pedicle screw, NPS）固定装置，其在同一椎体的两螺钉之间增加了横向连接杆，螺钉尾端螺纹改为皮质骨螺纹。本研究旨在通过三维有限元分析的方法，分析 NPS 固定模型、TPS 固定模型、传统椎弓根螺钉+横连接（TPS-transvers link, TPS-T）固定模型、传统椎弓根螺钉+骨水泥（TPS-bone cement, TPS-C）固定模型的生物力学特点，进而评价 NPS 降低内固定松动的有效性。

1 资料与方法

1.1 腰椎三维模型建立

选取一名 60 岁骨质疏松症志愿者 ($t \leq -2.5$)，排除遗传病史、家族史及外伤史；排除腰椎骨折、畸形、骨肿瘤等疾病；通过医院伦理委员会批准，签署知情同意后，行腰椎螺旋 CT（Discovery CT750 HD，GE 公司，美国）扫描，获取 DICOM 格式图像，并将其导入 Mimics20（比利时，Materialise 公司）软件。设定阈值，区分不同组织，进行不同区域的三维重建，完成图像的充填、修饰。建立 L_{4/5} 椎体几何轮廓。根据材料的不同属性进行边界定义，将其设定为各项同性、均质的线弹性材料，按照各材料的泊松比和弹性模量对其进行赋值（表 1）。最终得到包含松质骨和皮质骨的腰椎模型。

1.2 内固定有限元模型建立

运用 UG10.0（德国，Siemens PLM Software 公司）软件制作四组内固定系统，并完成内固定系统与椎体模型的装配，建立 NPS 固定模型、TPS 固定模型、TPS-T 固定模型、TPS-C 固定模型（图 1）。

1.3 有限元模型应力施加

将模型分别导入 Abaqus 6.14（法国，Dassault 公司），设定 L₅ 下表面被完全固定；对 L₄ 椎体及 L₅ 椎体其余部分不进行约束，认为其可以发生形变，并赋予前屈、后伸、侧弯、旋转等方向的活动度，在 L₄ 上表面添加 500 N 垂直载荷模拟重力对脊柱的轴压载荷。对 L₄ 椎体上表面施加 10 N·m 的扭矩，模拟人体前屈、后伸、左右侧屈、左右旋转运动，旋转的方向根据右手螺旋定则进行判定，其中拇指方向表示扭

矩加载方向，四指弯曲表示模型活动的运动方向。

表 1 有限元模型的材料赋值

材料	弹性模量 (MPa)	松泊比 (%)
皮质骨	12 000	0.3
松质骨	100	0.2
后部结构	3 500	0.3
软骨终板	2 000	0.2
关节软骨	25	0.25
纤维环	4.2	0.45
髓核	1	0.499
钉棒	110 000	0.28
前纵韧带	7.8	0.30
后纵韧带	10	0.30
黄韧带	15	0.30
棘上韧带	8	0.30
横突间韧带	10	0.30
骨水泥	3 000	0.4

1.4 测量指标

在 L₄ 椎体、螺钉表面、钉道骨质分别选取 30 个节点，分别用于测量四组模型在各运动状态下的活动度、螺钉 von Mises 应力、钉道骨质 von Mises 应力^[10]。每个模型重复测量 30 次。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件（美国，IBM 公司）进行统计学分析，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，四组间比较采用单因素方差分析，对有差异的指标再次采用 LSD 法得出组间两两比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 模型验证

在相同载荷下，将腰椎模型的活动度与文献中的腰椎模型活动度进行比较^[11]，结果本研究中的腰椎模型活动度与文献中腰椎活动度相似。

2.2 活动度测量

四组模型的节段 ROM 测量结果见表 2。NPS 组模型与其余三组模型在屈伸、左右侧屈运动时的 ROM 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。在左右旋转时，NPS 组的 ROM 显著小于其余三组 ($P < 0.05$)；TPS 组的 ROM 显著大于其余三组 ($P < 0.05$)；TPS-T 组和 TPS-C 组之间的 ROM 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

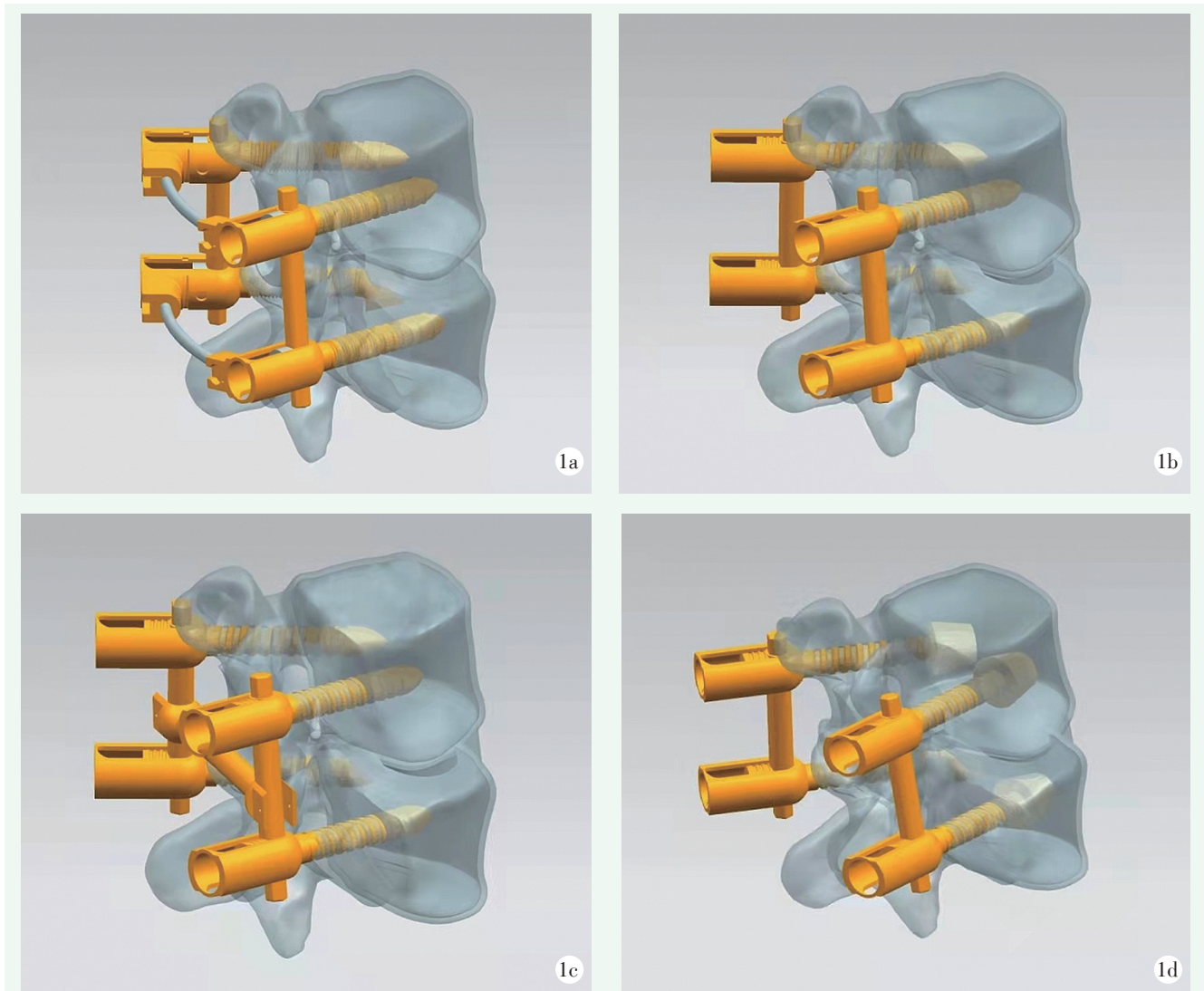


图 1 四组手术模型 1a: NPS 组手术模型 1b: TPS 组手术模型 1c: TPS-T 组手术模型 1d: TPS-C 组手术模型

表 2 四种固定方式节段 ROM 测量结果 (n=30, °, $\bar{x} \pm s$) 与比较

状态	NPS 组 (n=30)	TPS 组 (n=30)	TPS-T 组 (n=30)	TPS-C 组 (n=30)	P 值
前屈	1.15±0.20	1.16±0.10	1.15±0.19	1.16±0.20	0.990
后伸	0.90±0.09	0.95±0.09	0.95±0.20	0.88±0.23	0.272
左侧屈	0.66±0.12	0.67±0.08	0.65±0.09	0.65±0.09	0.650
右侧屈	0.58±0.10	0.64±0.09	0.60±0.11	0.59±0.11	0.122
左旋	0.41±0.05	0.59±0.10	0.49±0.09	0.52±0.09	<0.001
右旋	0.42±0.07	0.58±0.13	0.53±0.09	0.52±0.10	<0.001

2.3 螺钉 von Mises 应力测量

四组模型的螺钉 von Mises 应力测量结果见表 3。NPS 组与其余三组在屈伸、左右侧屈运动时螺钉的 von Mises 应力差异无统计学意义 ($P>0.05$)。在左右旋转时, NPS 组螺钉的 von Mises 应力显著小于其余三组 ($P<0.05$); TPS 组的螺钉 von Mises 应力显著

大于其余三组 ($P<0.05$); TPS-T 组和 TPS-C 组的螺钉 von Mises 应力差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.4 钉道骨质 von Mises 应力测量

四组模型的钉道骨质 von Mises 应力测量结果见表 4。NPS 组模型与其余三组模型在屈伸、左右侧屈运动时的钉道骨质 von Mises 应力差异无统计学意义

($P>0.05$)。在左右旋转时, NPS 组钉道骨质 von Mises 应力显著小于其余三组 ($P<0.05$); TPS 组的钉道骨质 von Mises 应力显著大于其余三组 ($P<0.05$);

TPS-T 组的钉道骨质 von Mises 应力显著小于 TPS-C 组 ($P<0.05$)。

表3 四种固定方式螺钉 von Mises 应力测量结果 (n=30, MPa, $\bar{x} \pm s$) 与比较

状态	NPS 组 (n=30)	TPS 组 (n=30)	TPS-T 组 (n=30)	TPS-C 组 (n=30)	P 值
前屈	96.23±5.58	98.40±4.67	97.83±4.02	97.07±5.90	0.384
后伸	80.60±6.37	82.80±5.16	81.13±5.24	81.33±4.37	0.426
左侧屈	114.83±5.49	117.00±5.99	115.60±5.38	116.03±6.33	0.539
右侧屈	112.07±5.84	115.00±5.69	113.37±5.67	114.77±6.15	0.186
左旋	76.63±5.72	100.97±6.33	95.93±5.78	97.00±5.56	<0.001
右旋	75.30±5.69	110.13±5.29	98.23±5.61	100.63±7.21	<0.001

表4 四种固定方式钉道骨质 von Mises 应力测量结果 (n=30, MPa, $\bar{x} \pm s$) 与比较

状态	NPS 组 (n=30)	TPS 组 (n=30)	TPS-T 组 (n=30)	TPS-C 组 (n=30)	P 值
前屈	7.17±0.99	7.57±0.77	7.40±0.81	7.57±0.97	0.26
后伸	9.27±1.20	9.80±1.42	9.83±0.87	9.57±1.14	0.221
左侧屈	8.80±0.76	9.27±1.20	9.03±0.96	9.23±0.77	0.202
右侧屈	8.30±0.95	8.57±1.04	8.47±0.86	8.10±0.96	0.255
左旋	7.23±1.22	10.57±0.77	9.23±0.94	9.93±0.83	<0.001
右旋	7.43±1.17	9.83±1.02	8.47±0.94	9.23±0.86	<0.001

3 讨论

骨质疏松患者的骨密度和骨质量下降, 术后存在较高的螺钉松动、脱出风险, 需要更强的内固定把持力和稳定性来维持脊柱稳定^[12]。为此研究者们做出了诸多努力, 在改良螺钉置入技术方面, 常通过预先攻丝、调整进钉的角度和深度等方法增加内固定系统的稳定, 但其效果有限。相关研究表明, 当螺钉的尖端突破椎体前缘超过 2 mm 时, 损伤血管和内脏的风险较高^[13]。在钉道强化方面, 最常用的是通过骨水泥强化钉道。骨水泥强化钉道的方式主要有两种。第一种是先制备钉道, 随后于钉道中加入适量骨水泥, 再将螺钉拧入钉道中。第二种是先于椎体中置入骨水泥强化空心椎弓根螺钉, 随后在其中注入骨水泥。以上两种技术均可提高螺钉把持力^[14, 15]。然而使用骨水泥来强化椎弓根螺钉内固定系统也有其不足之处, 其中最常见的是骨水泥渗漏, 其发生率为 19%~65%^[16], 除此之外还有骨水泥的发热反应、毒性反应等^[17, 18]。

NPS 内固定系统在钉尾处增加横向连接杆, 通过两根横连杆将整个内固定系统连成一个整体, 优化内固定系统的应力分布, 减少因螺钉及钉道周围骨

质应力集中而导致的骨-螺钉界面不稳定。同时将螺钉钉尾处螺纹改为皮质骨螺纹, 增加螺钉与椎弓根皮质骨的接触面积, 降低螺钉的松动率^[19, 20]; NPS 内固定系统通过双横连杆增强手术节段的旋转稳定性, 为椎间植骨融合创造稳定的环境, 提高植骨融合效率。

在之前的研究中, 笔者团队模拟该系统对滑脱椎体的复位, 并将该系统与传统螺钉组作对比, 结果 NPS 组的最大拔出力为 (1173.24±244.57) N, 而 TPS 组的最大拔出力为 (705.23±264.09) N, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。证明横连杆和皮质骨螺纹可有效提高内固定系统的抗拔出力, 提高术中滑脱椎体的复位能力^[21]。

既往的生物力学研究已经证实 NPS 内固定系统能够降低滑脱椎体复位时螺钉松动、脱出的发生率。该三维有限元研究进一步分析 NPS 内固定系统在植骨融合完成前降低螺钉松动、脱出等方面的价值。横连杆可以在旋转运动时为内固定系统提供更强的力学稳定性, 而在前屈、后伸、左右侧屈运动时对内固定系统的作用不明显^[22]。在本研究中, NPS 组模型在前屈、后伸、左右侧屈运动时的活动度、螺钉 von Mises 应力、钉道骨质 von Mises 应力与其余三组的差异无统计学意义 ($P>0.05$); 在左右旋转运

动时, NPS 组模型的活动度、螺钉 von Mises 应力、钉道骨质 von Mises 应力小于其余三组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

在患者术后早期活动时, 内固定系统代替椎体承担了大量的载荷, 维持着脊柱的稳定性, 但长时间的应力集中会导致内固定系统松动^[23]。NPS 组模型在旋转运动时的活动度和螺钉 von Mises 应力小于其余三组 ($P<0.05$)。由此推测, 在旋转运动时横连杆与两螺钉形成的三角形结构可以对手术节段具有较强的限制作用, 提高了模型的旋转稳定性; 同时横连杆可以优化内固定系统的应力分布, 减少螺钉所受应力, 降低螺钉的松动率。在左右旋转运动时, NPS 组模型的活动度较 TPS-T 组小 ($P<0.05$), 说明双横连杆对旋转稳定性的提升作用较单连杆强, 这与 Kuklo^[24]的结果一致。坚强固定可以为手术节段提供更强的稳定性, 维持矫形效果, 提高融合率和融合速度^[25], 但同时也会增强应力屏蔽效应, 导致椎体所受应力减少、固定区骨矿含量和骨融合质量降低、邻近节段退变加快^[26]。NPS 组内固定具有更强的复位、固定功能, 辅以合理的功能锻炼和抗骨质疏松治疗, 可一定程度减少固定节段的骨质疏松进展, 但其远期疗效还需进一步验证。

患者术后活动时, 钉道骨质会承受部分应力, 当应力超过正常范围后, 应力越大, 则钉道骨质吸收越快, 继而造成骨-螺钉界面不稳定, 螺钉松动率增加^[27]。在本实验中四组模型在各方向运动时, 钉道骨质皆有明显应力集中, NPS 组钉道骨质在各运动方向的 von Mises 应力皆小于其余三组 ($P<0.05$), 说明 NPS 内固定系统能更好的降低钉道骨质所受应力, 降低螺钉松动率。

本研究中的螺钉仍存在不足: 螺钉的钉尾较长, 需要进一步优化其长度; 由于椎体中的螺钉与横向连接成三角形结构, 其稳定性较强, 形状不易改变, 但用于重度骨质疏松患者时, 仍然存在一定的螺钉切割椎弓根, 甚至损伤神经的风险。由于在实验模型建立中存在简化, 忽略了肌肉及椎间盘退化对实验结果的影响, 使得所得数据与真实数据存在一定的偏差, 但在实体标本相对短缺的大环境中, 仍有非常重要的参考价值。

参考文献

[1] 庞国防, 胡才友, 杨泽. 中国人口老龄化趋势与对策 [J]. 中国老年保健医学, 2021, 19 (1): 3-4.
[2] Wang L, Li J, Wang H, et al. Posterior short segment pedicle screw

fixation and TLIF for the treatment of unstable thoracolumbar/lumbar fracture [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2014, 15 (1): 40.

- [3] Mo GY, Guo HZ, Guo DQ, et al. Augmented pedicle trajectory applied on the osteoporotic spine with lumbar degenerative disease: mid-term outcome [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14 (1): 170.
[4] Hoppe S, Keel MJ. Pedicle screw augmentation in osteoporotic spine: indications, limitations and technical aspects [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2017, 43 (1): 3-8.
[5] Weiser L, Huber G, Sellenschloh K, et al. Insufficient stability of pedicle screws in osteoporotic vertebrae: biomechanical correlation of bone mineral density and pedicle screw fixation strength [J]. Eur Spine J, 2017, 26 (11): 2891-2897.
[6] 邱太彬, 刘德坚, 冼淑仪, 等. 优化 PMMA 骨水泥剂量强化伴骨质疏松腰椎退行性病变的研究 [J]. 深圳中西医结合杂志, 2019, 29 (4): 91-92.
[7] Kueny RA, Kolb JP, Lehmann W, et al. Influence of the screw augmentation technique and a diameter increase on pedicle screw fixation in the osteoporotic spine: pullout versus fatigue testing [J]. Eur Spine J, 2014, 23 (10): 2196-2202.
[8] 冷俊胜, 曾岩, 陈仲强. 骨水泥强化椎弓根螺钉技术在脊柱手术中的应用 [J]. 中华骨科杂志, 2019, 39 (10): 637-644.
[9] 王永强, 刘晓光. 影响骨质疏松患者椎弓根螺钉固定强度的相关技术进展 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 230 (5): 466-470.
[10] 郭锐, 王远洋. 全膝置换术后髌上骨折三种内固定有限元分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (8): 734-738.
[11] Shim CS, Park SW, Lee SH, et al. Biomechanical evaluation of an interspinous stabilizing device, Locker [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33 (22): 820-827.
[12] Davne SH, Myers DL. Complications of lumbar spinal fusion with transpedicular instrumentation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1992, 17 (6 Suppl): S184-S189.
[13] Tan QC, Wu JW, Peng F, et al. Augmented PMMA distribution: improvement of mechanical property and reduction of leakage rate of a fenestrated pedicle screw with diameter-tapered perforations [J]. J Neurosurg Spine, 2016, 24 (6): 971-977.
[14] 席银辉, 张鹤礼, 曹勇, 等. 椎弓根螺钉钉道强化内固定治疗骨质疏松性胸腰椎骨折 [J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41 (5): 615-617.
[15] 谢炎秋, 罗国华, 甘俊松. 老年骨质疏松腰椎不稳患者腰椎融合术中使用骨水泥强化空心椎弓根钉和普通椎弓根钉的效果对比 [J]. 中外医学研究, 2021, 19 (17): 43-45.
[16] 郭瑞, 文豪, 杨利学, 等. 椎体强化术后骨水泥渗漏并发症与危险因素的研究进展 [J]. 中华创伤杂志, 2019, 35 (1): 50-56.
[17] Belkoff SM, Molloy S. Temperature measurement during polymerization of polymethylmethacrylate cement used for vertebroplasty. [J]. Spine, 2003, 28 (14): 1555-1559.
[18] 董国领, 贾璞, 唐海. 椎体强化术后导致椎体坏死的研究进展 [J]. 实用骨科杂志, 2018, 24 (10): 913-916.
[19] Hirano T, Hasegawa K, Takahashi HE, et al. Structural characteristics of the pedicle and its role in screw stability [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22 (21): 2504-2509.
[20] 吴晓宇, 王哲, 甘浩然, 等. 皮质骨轨迹螺钉技术应用于骨质疏

- 松患者腰椎固定的有限元分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(12): 1126-1131.
- [21] 厉锋, 伦登兴, 刘大勇, 等. 两种不同的腰椎弓根螺钉的生物力学比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(17): 1587-1592.
- [22] 王洪伟, 李长青, 周跃, 等. 脊柱骨折经伤椎椎弓根置钉附加横连短节段固定的稳定性测试[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(9): 745-748.
- [23] Villa T, La Barbera L, Galbusera F. Comparative analysis of international standards for the fatigue testing of posterior spinal fixation systems[J]. Spine J, 2014, 14(4): 695-704.
- [24] Kuklo TR, Dmitriev AE, Cardoso MJ, et al. Biomechanical contribution of transverse connectors to segmental stability following long segment instrumentation with thoracic pedicle screws[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(15): 482-487.
- [25] Kornblum MB, Fischgrund JS, Herkowitz HN, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective long-term study comparing fusion and pseudarthrosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(7): 726-733.
- [26] 郝剑, 姚进, 朴哲, 等. 腰椎坚强固定后邻近节段的有限元法生物力学分析[J]. 中国中西医结合外科杂志, 2016, 22(5): 475-478.
- [27] 王鹏, 王健, 胡勇, 等. 下腰椎融合术后路单、双侧椎弓根固定的有限元比较研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2016, 34(3): 331-337.
- (收稿: 2021-11-01 修回: 2021-12-21)
(本文编辑: 宁桦)

读者·作者·编者

如何提高向本刊投稿的成功率

为了提高向本刊投稿的成功率, 避免稿件反复修改而延长刊用周期, 投稿前一定要认真研读本刊近期出版的杂志, 特别是应检索相关内容的文章, 并注意参考其内容。可登录《中国矫形外科杂志》官网 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 点击“期刊浏览”栏目, 按提示阅读。在网站首页点击来稿要求, 即可查看最新的《中国矫形外科杂志》稿约, 在下载区查看 2021 年本刊各栏目样稿, 并按照稿约及样稿的要求书写。稿件格式一定要按拟投栏目的格式要求撰写, 字数、图表、参考文献要完全符合相应栏目要求。在投稿系统上传稿件的同时, 必须上传 2 个基本附加文件(单位介绍信、学术诚信承诺书)。如有基金支持一定要标注清楚, 在读研究生、住院医师投稿必须要有导师或上级医师推荐函。

除以上附加文件外, 如作者能提供同行专家推荐意见(2名), 对文稿内容的科学性、创新性、实用性、可读性做出评价。可提升本刊来稿审评效率, 缩短审稿周期, 使优质稿件尽快发表。

以上附加文件的参考样式请登录《中国矫形外科杂志》官网 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 首页下载专区下载。填写并签名或加印章后, 需制成 JPG 或 PDF 文件, 上传至本刊投稿系统, 或将原件快递至编辑部。必备文件齐全后, 本刊方对稿件进行处理。

投稿步骤如下:

(1) 点击网站左侧“作者登录”按钮。(2) 输入您已注册的账号及密码。(3) 如您不需要修改您的信息, 请点击下一步跳过。(4) 点击页面左侧“投稿”按钮。(5) 依次点击“下一步”及“已阅读并同意”。(6) 上传全文。(7) 在附件中上传单位介绍信、学术诚信承诺书、基金证明文件、导师推荐函(适用于在读研究生)、上级医师推荐函(适用于高级职称以下人员), 以及同行评议函(限非本单位专家)。文中有图片时, 必须将每一个独立画面的图像文件, 以高清质量(300dpi)的 JPG 格式, 按在正文中的名称, 如: 1a, 1b, 3c 等命名文件, 在附件中同时上传。然后点击下一步。(8) 填写稿件基本信息, 完成投稿。

《中国矫形外科杂志》编辑部

2022年1月25日